

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-039536  
(43)Date of publication of application : 08.02.1990

(51)Int. Cl.

H01L 21/3205  
// H01L 21/28

(21)Application number : 63-188455

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.07.1988

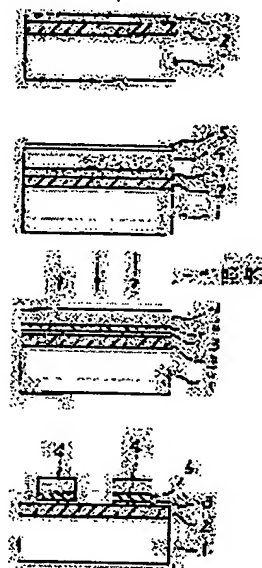
(72)Inventor : KAWAMATA SHIGERU  
MISAWA YUTAKA  
MONMA NAOHIRO

## (54) WIRING STRUCTURE AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve migration resistance, corrosion resistance, and fine workability by heating laminated wirings of metals instantaneously so as to react some of main wiring metal and some of additive metal on each other to form an intermetal compound.

**CONSTITUTION:** After coating a semiconductor substrate 1 with an SiO<sub>2</sub> insulating film 2, thereon additive metal film 3 consisting of MoSi<sub>2</sub> is overlaid. Next, a main wiring metallic film 4 consisting of Al is overlaid on the additive metallic film 3 by bias sputtering, etc., and next a reflection preventive film 5 is overlaid. Thereafter, when it is heated by rapid annealing using an excimer laser beam, etc., up to 660° C being the melting point of Al, a part of Al of the main wiring metal 4 and a part of MoSi<sub>2</sub> of additive metal 3 react on each other instantaneously and an intermetal compound film 6 is formed above a semiconductor substrate 1 where the additive metallic film 3 and the main wiring metallic film 4 are laminated. Next, the main wiring metallic film 4, the intermetal compound film 6, and the additive metallic film are etched so as to obtain a wiring structure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

平2-39536

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月8日

H 01 L 21/3205  
// H 01 L 21/28

3 0 1 L

7738-5F  
6824-5F

H 01 L 21/88

R

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全4頁)

⑮ 発明の名称 配線構造体及びその製造方法

⑯ 特 願 昭63-188455

⑰ 出 願 昭63(1988)7月29日

⑱ 発 明 者 川 又 繁 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑱ 発 明 者 三 沢 豊 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑱ 発 明 者 門 馬 直 弘 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

配線構造体及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 主配線金属を形成する工程と、添加物金属を形成する工程と、前記金属の積層配線を瞬間的に加熱して主配線金属の少なくとも幾分かと、添加物金属の少なくとも幾分かとを反応させ金属間化合物を形成する工程を備えたことを特徴とする配線構造体の製造方法。
2. 主配線金属から成る配線の少なくとも表面の一部が主配線金属と添加物金属との金属間化合物で覆われていることを特徴とする配線構造体。
3. 主配線金属中に分布する添加物金属が濃度勾配を有していることを特徴とする配線構造体。
4. 添加物金属が主配線金属と金属間化合物を作る金属元素とこれらの元素を少なくとも1つ以上含む化合物であることを特徴とする配線構造体。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はLSI等の微細配線に係り、特に耐マイグレーション性及び耐腐食性に優れた信頼性の高い配線構造体とその製法に関する。

〔従来の技術〕

LSIの配線金属には比較的比抵抗が小さく、加工性が優れている等の理由から主にAlが用いられている。しかし、Alは耐マイグレーション性が悪い。このため、主配線金属のAlにCuを僅かに添加した配線材料Al-Cu-Siが提案されている。しかし、添加物のCuにはハロゲン化合物の蒸気圧が高いため、反応性イオンエッチング(RIE)装置でエッチングできず、残渣を生じる他、腐食しやすい欠点があった。Al配線で大きな問題になっているマイグレーションにはエレクトロマイグレーションとストレスマイグレーションがある。エレクトロマイグレーションは高密度の電流が流れたとき、Al原子が電子の流れる方向に移動してボイドが発生し、Al配線が断線する現象である。ストレスマイグレーションは配

線幅が微細になるため、パッシベーション膜から(2) 受ける応力によつてA<sub>1</sub>配線が粒界で断線してしまう現象である。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は耐マイグレーション性と、耐腐食性及び微細加工性の点について充分配慮されておらず、LSIの高集積に伴つて配線が微細化されサブミクロン配線になるとさらに条件がきびしくなり、断線や腐食が生じるため配線の信頼性が著しく悪くなる問題があつた。

本発明の目的は耐マイグレーション性と耐腐食性及び微細加工性を改善した、信頼性の高い微細配線を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は主配線金属の表面を添加物金属で覆い、この積層構造の配線を高温で瞬間的な熱処理を加えることにより、添加物金属を主配線金属の粒界を通つての拡散及び粒子への拡散によつて、添加物金属の濃度の高い金属間化合物を形成し、主配線金属の表面を金属間化合物と未反応の添加

物金属を連続的に積層して覆うことにより達成される。

〔作用〕

金属間化合物は主配線金属と添加物金属の一方が溶融する高い温度で瞬間的に加熱して形成されるので、添加物金属が主配線金属の粒界及び粒子に拡散し、かつ、高濃度に含まれることになる。主配線金属の粒界に拡散、析出した金属間化合物は粒界を通る主配線金属原子が電子の流れる方向に移動するのを防ぐ効果がある。また、添加物金属が粒子に拡散した金属間化合物は主配線金属の移動をおさえる効果がある。また、添加物金属を粒界や粒子に拡散させた金属間化合物は主配線金属A<sub>1</sub>に比べ、パッシベーション膜からの応力に対して強い。また、主配線金属の表面を腐食し難い金属で形成した金属間化合物は腐食性主配線金属の保護膜として働くので主配線金属が腐食されることがない。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図により説明す

る。第1図(a)のように半導体基板1にSiO<sub>2</sub>絶縁膜2を被着した後、その上にMoSi<sub>2</sub>から成る添加物金属3をC<sub>60</sub>スパッタで10~100nmの厚さに被着する。次に第1図(b)に示すように添加物金属膜3上にバイアススパッタ等でA<sub>1</sub>から成る主配線金属膜4を約800nmの厚さに被着する。反射率の大きい主配線金属膜4のレーザ照射時の光の吸収効率を良くする目的でa-Siから成る反射防止膜5を約15nmの厚さに被着する。その後、第1図(c)に示すように添加物金属膜3と主配線金属膜4を積層した半導体基板1にA<sub>1</sub>の融点680℃以上にエキシマレーザ等を用いてラピットアニールによつて加熱すると主配線金属4のA<sub>1</sub>の一部と添加物金属3のMoSi<sub>2</sub>の一部が同時に反応し、金属間化合物膜6が形成される。金属間化合物膜6はMoA<sub>1</sub><sub>12</sub>やMoA<sub>1</sub>である。本実施例ではMoSi<sub>2</sub>から成る添加物金属3に未反応部がある場合について述べたが完全に反応させても同じ効果が得られる。次に、第1図(d)に示すようにホトリソ技術を

用いて配線パターンを形成し、CCl<sub>4</sub>ガスを用いた反応性ドライエッチングで表面から主配線金属膜4と金属間化合物膜6及び添加物金属膜3をエッチングして配線構造体を得ることができる。

本実施例では加熱後に主配線金属膜4と金属間化合物膜6及び添加物金属膜3が分離して形成されているが主配線金属膜4中で添加物金属が連続的な濃度分布を持つて拡散されていても良い。また配線の抵抗が増加するが主配線金属膜4中に添加物金属が均一に拡散されていても良い。一般に、金属間化合物が生じる共晶温度が比較的低い場合は粒子を通つての拡散が主であり、粒界を通つての拡散は少ない。共晶温度が高い場合は逆に粒界を通つての拡散が主である。しかし、本実施例のように金属の溶融温度以上に瞬時に加熱すると、粒界を通つての拡散の他、粒子を通つての拡散が同時に生じる。このため、A<sub>1</sub>原子が粒界を通つて移動したり、膜中で空孔が移動するのを阻止することができる。このため、耐エレクトロマイグレーション性が改善できるため高密度の電流

を連続的に流すことができ、配線の寿命を長くすることができる。また、配線の表面付近にクリープ試験に強い金属間化合物が層状に形成されているため、パッシベーション膜からの応力によつて配線が粒界で断線するのを防ぐことができる。

表1は本実施例によつて作製した各種配線材料の耐マイグレーション性を評価した結果である。

表1 耐マイグレーション評価結果

配線金属	レーザー照射	平均断線時間(h)
Al-Si	なし	8
	有り	15
Al-Cu-Si	なし	300
Al/MoSi <sub>2</sub>	なし	25
	有り	2500
Al/WSi <sub>2</sub>	なし	18
	有り	2000
Al/TiW	なし	20
	有り	1500

配線幅: 1.0  $\mu\text{m}$ ,

試験電流密度:  $5 \times 10^{-5} \text{ A}/\mu\text{m}^2$

450℃, 60分間のH<sub>2</sub> アニール有り,

温度: 150℃

ーニングし、RIEでエッチングしてサンドイッチ構造の配線構造体を得ることができる。実施例2の配線構造では特にパッシベーション膜からの応力を低減できる。

本発明の他の実施例(3)を第3図を用いて説明する。Alから成る主配線金属膜4を被着する工程までは実施例1と同じである。主配線金属膜4をパターンニングし、RIEでエッチングして配線を形成する。次に、COSPATTAでMoSi<sub>2</sub>から成る添加物金属膜3'を被着する。その後、エキシマレーザを照射して加熱し、Alから成る主配線金属膜4とMoSi<sub>2</sub>から成る添加物金属膜3'とを反応させ、金属間化合物6'を形成する。SiO<sub>2</sub>から成る絶縁膜2上の添加物金属膜3'はエッチングして除去する。このようにして、主配線金属膜4の表面を金属間化合物6'と添加物金属膜3'で覆った配線構造体を得ることができる。本実施例では設けていないが主配線金属膜4の下側に添加物金属膜3を形成しても良い。このように、本実施例によれば主配線金属膜の表面が

(3) 耐マイグレーション性は一般に広く用いられているAl-SiやAl-Cu-Si系に比べ、Al膜の下にMoSi<sub>2</sub>等を敷いて、レーザー照射したものは大幅に改善されている。但し、Al-Siにレーザー照射したものはほとんど効果が見られない。

本実施例では添加物金属を主配線金属膜の下に敷いた場合について説明したが、添加物金属膜を設ける位置はこれに限られるものではない。

本発明の他の実施例(2)を第2図に示す。主配線金属膜4の下面と上面を添加物金属膜3で覆った配線構造体である。Alから成る主配線金属膜4を被着する工程までは実施例1と同じであり省略する。Alから成る主配線金属膜4上にCOSPATTAでMoSi<sub>2</sub>から成る添加物金属膜3'を50~100nmの厚さに被着する。次に、添加物金属膜3'の表面からエキシマレーザを照射して同時に加熱して主配線金属膜4と添加物金属膜3, 3'とを同時に反応させ金属間化合物膜6, 6'を形成する。その後、実施例1と同様にパタ

全て金属間化合物で覆われるのでパッシベーション膜の応力や、腐食に対する阻止効果がある。

実施例1, 2, 3では単層の主配線金属膜について説明したが積層した膜についても適用することができる。

本発明の他の実施例(4)を第4図によつて説明する。本実施例は主配線金属膜4と添加物金属膜3を複数回繰り返し重ね合わせてものである。本実施例の主配線金属膜6, 6'と添加物金属膜3, 3', 3''の膜厚は全体の厚さを800nmにするため、それぞれ所定の厚さで形成される。本発明では配線の抵抗を増加されるが、耐マイグレーション性に限れば、最も効果がある。

本発明の実施例では主配線金属膜としてAl配線について述べたが、これに限られるものではなく、Al系合金膜、Cu及びCu系合金等の耐マイグレーション性の改善や腐食しやすい金属膜の防食方法としても適用できる。また、本実施例では添加物金属膜としてMoSi<sub>2</sub>について述べたが、Mo, W, Cr, Pd, Pt, Re, Ta, Ti,

Zr, Mg, Niとその元素を1種以上含む化合物<sup>(4)</sup>

物であつても同様な効果が得られる。

また、本実施例では加熱方法にレーザを使用したが、ハロゲンランプや電子ビーム等瞬間的に加熱できる装置であれば適用できる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば配線の膜質を改良できるため、耐マイグレーション性と耐腐食性及び微細加工性を改善できるので、微細された配線の抵抗増大や断線による不良がなくなり、配線の信頼性が向上できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

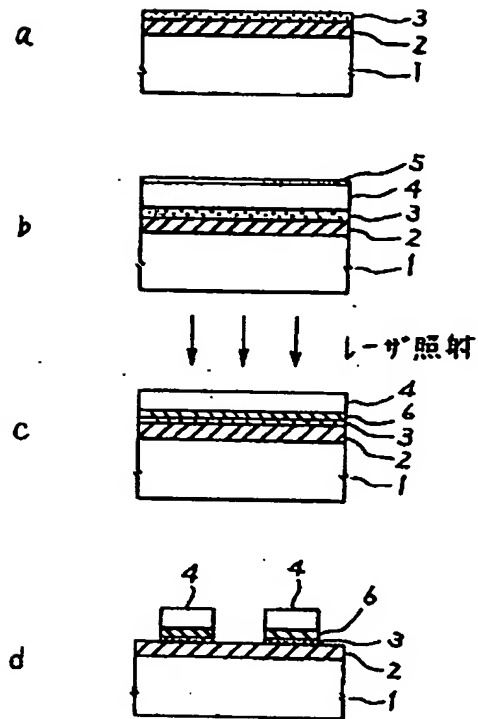
第1図は本発明の実施例を示す図、第2図、第3図、第4図は本発明の他の実施例を示す図である。

1…半導体基板、2…絶縁膜、3…添加物金属膜、4…主配線金属膜、5…反射防止膜、6…金属同化合物膜。

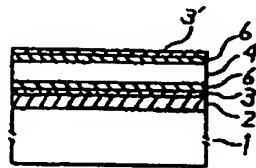
代理人 弁理士 小川勝男



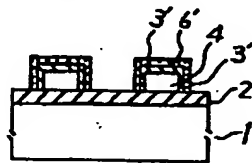
第1図



第2図



第3図



第4図

